

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-312531

(43)Date of publication of application : 09.11.1999

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/02

H01M 8/10

(21)Application number : 10-117615

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 27.04.1998

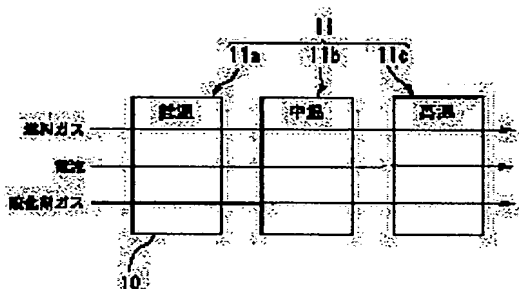
(72)Inventor : KOGAMI TAJI  
SAITO KAZUO  
CHISAWA HIROSHI  
UENO SANJI

## (54) FUEL CELL SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To accelerate reaction and increasing the battery cell output by successively relatively raising the operation temperature of cell stacks connected in series in the flow direction of reaction gas, and moistening the reaction gas according to the operating temperature of the cell stack flowing at first, then supplying the moistened reaction gas.

**SOLUTION:** A fuel cell system is constituted with cell stacks 11a, 11b, 11c for operating at low, middle, and high temperatures, fuel gas and oxidizing agent gas let continuously flow from the low temperature side to the high temperature side. The fuel gas and the oxidizing agent gas are previously moistened by adding water vapor, and the temperature of a reaction gas is raised so as to correspond to the operation temperature of each cell stack. Even if the non-reacted part of the reaction gas is increased in the cell stack 11a for operating at low temperature, the non-reacted gas is reacted and completely consumed in the cell stacks 11b, 11c for operating at the intermediate and high temperatures. Even if condensed water generating on a carbon electrode side of the cell stack 11a is increased, the water is evaporated in the cell stacks 11b, 11c, and the reaction of the oxidizing agent gas is conducted smoothly.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.06.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-312531

(43) 公開日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

K

J

X

R

C

8/02

8/02

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-117615

(22) 出願日

平成10年(1998)4月27日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 小上 泰司

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株

式会社東芝浜川崎工場内

(72) 発明者 齊藤 和夫

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株

式会社東芝浜川崎工場内

(72) 発明者 知沢 洋

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株

式会社東芝浜川崎工場内

(74) 代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

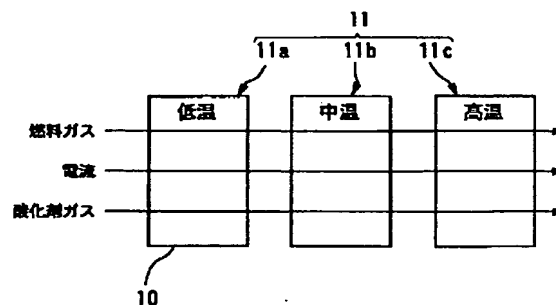
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池装置

(57) 【要約】

【課題】 燃料ガスと酸化剤ガスとの反応をより一層促進し、高電池出力化を図った燃料電池装置を提供する。

【解決手段】 本発明に係る燃料電池装置は、電池スタック11をシリーズに接続し、シリーズに接続した電池スタック11の運転温度を反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、反応ガスを最初に流す電池スタック11の運転温度に対応して予め加湿して供給するものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセパレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記反応ガスを最初に流す電池スタックの運転温度に対応して予め加湿して供給することを特徴とする燃料電池装置。

【請求項2】 固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセパレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記反応ガスを最初に流す電池スタックの運転温度に対応して予め加湿して供給する一方、前記反応ガスの流れ方向と同一方向に冷却媒体を流す冷却媒体供給手段を備えたことを特徴とする燃料電池装置。

【請求項3】 シリーズに接続した電池スタックを、反応ガスの流れ方向に沿って順次低温運転用、中温運転用、高温運転用の各電池スタックに区画したことを特徴とする請求項1または2に記載の燃料電池装置。

【請求項4】 固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセパレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記順次相対的に高温化した少なくとも一つ以上の電池スタックを、さらに前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化したサブ電池スタックに区画する一方、前記反応ガスを最初に流すサブ電池スタックの運転温度に対応して予め加湿して供給することを特徴とする燃料電池装置。

【請求項5】 少なくとも一つ以上の電池スタックを区画したサブ電池スタックを、反応ガスの流れ方向に沿って順次低温運転用、中温運転用、高温運転用の各サブ電池スタックに区画したことを特徴とする請求項4に記載の燃料電池装置。

【請求項6】 セパレータに形成する反応ガス供給溝の下流側の開口面積を、前記反応ガス供給溝の上流側の開口面積に較べて相対的に小さく形成したことを特徴とする請求項1、2または4に記載の燃料電池装置。

【請求項7】 固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセパレータを

備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記反応ガスを最初に流す電池スタックの運転温度に対応して予め加湿して供給する一方、前記順次相対的に高温化した電池スタックに流す前記反応ガスを正方向および逆方向のいずれの方向にも流れる手段を備えたことを特徴とする燃料電池装置。

【請求項8】 固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセパレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記順次相対的に高温化した少なくとも一つ以上の電池スタックを、さらに前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化したサブ電池スタックに区画し、前記反応ガスを最初に流すサブ電池スタックの運転温度に対応して予め加湿して供給する一方、前記反応ガスの流れ方向と同一方向にシリーズに冷却媒体を流す冷却媒体供給手段を備えたことを特徴とする燃料電池装置。

【請求項9】 固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセパレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記セパレータに形成する反応ガス供給溝の両側にヘッダを備えたことを特徴とする燃料電池装置。

【請求項10】 ヘッダの底部に、マニホールドを備えたことを特徴とする請求項9に記載の燃料電池装置。

【請求項11】 固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセパレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記最初の電池スタックに供給する反応ガスを加湿させる手段と、前記シリーズに接続し、順次相対的に高温化した電池スタックに冷却媒体を循環させる冷却媒体供給装置と、前記シリーズに接続し、順次相対的に高温化した電池スタックに冷却媒体を循環させる冷却媒体供給装置を駆動する制御系とを備えたことを特徴とする燃料電池装置。

【請求項12】 冷却媒体供給装置を、冷却器、タンクおよび循環ポンプを組み合わせて構成したことを特徴とする請求項11に記載の燃料電池装置。

【請求項13】 制御系に、シリーズに接続し、運転温度を反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化した電池スタックの露点温度および湿度のいずれか一方の信号と、前記電気スタックの器内温度信号とに基づいて演算し、前記電池スタックに冷却媒体を供給する冷却媒体供給装置を駆動または停止させる制御演算部を備えたことを特徴とする請求項11に記載の燃料電池装置。

【請求項14】 制御系に、シリーズに接続し、運転温度を反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化した電池スタックを構成する単位電池の内部抵抗値の信号と、前記電池スタックの器内温度信号とに基づいて演算し、前記電池スタックに冷却媒体を供給する冷却媒体供給装置を駆動または停止させる制御演算部を備えたことを特徴とする請求項11に記載の燃料電池装置。

【請求項15】 制御系に、反応ガスの湿度信号、シリーズに接続し、運転温度を反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化した電池スタックに発生する電流信号および器内温度信号とに基づいて演算し、前記電池スタックに冷却媒体を供給する冷却媒体供給装置を駆動または停止させる制御演算部を備えたことを特徴とする請求項11に記載の燃料電池装置。

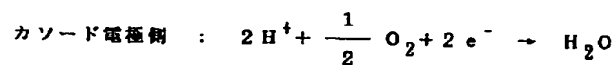
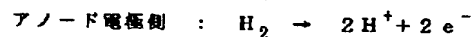
【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、イオン導電性を備えた固体高分子膜を電解質として用いる燃料電池装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 燃料電池装置には、電解質の種類に応じて幾つかの型式のものがある。これらの中でも電解質としてイオン導電性を備えた固体高分子膜を用いた固体高分子電解質燃料電池装置が出力密度が高く、比較的構造をコンパクトにできる等の点で、最近注目されており、\*



【0008】 なお、カソード電極3側で生成された凝縮水は、未反応ガスとともに単位電池4から器外に放出される。

【0009】 このように、単位電池4は、燃料ガスと酸化剤ガスを反応させ、起電力を発生させているが、発生する起電力が1V以下であるため、固体高分子電解質型燃料電池装置では、通常、単位電池4を数十〜数百枚にして鉛直方向に積み重ねて電池スタック8を構成している。

【0010】 一方、電解質として適用する固体高分子電解質膜1は、例えばプロトン交換膜に作製するパーフルオロカーボンスルホン酸（商品名：ナフィオン、米国デュポン社製）が用いられている。この固体高分子電解

\* その構成として図10に示すものがある。

【0003】 この固体高分子電解質型燃料電池装置は、その中央に配置する固体高分子電解質膜1を挟んで両側にアノード電極（燃料極）2と、カソード電極（酸化剤極）3とを備えた単位電池（単位セル）4を構成するとともに、各電極2、3に仕切り6a、7aを介して燃料ガス、例えば水素および酸化剤ガス、例えば空気中の酸素のそれぞれを供給する燃料ガス供給溝5aおよび酸化剤ガス供給溝5bを備え、導電性に優れかつ不透過性のセパレータ6、7を設けた構成になっている。

【0004】 アノード電極2は、アノード触媒層2aとアノード多孔質カーボン平板2bとで形成する一方、カソード電極3は、カソード触媒層3aとカソード多孔質カーボン平板3bとで形成される。

【0005】 このような構成を備えた固体高分子電解質型燃料電池装置において、アノード電極2側に燃料ガスが供給され、またカソード電極3側に酸化剤ガスが供給されると、単位電池4は、化学反応し、電流を発生する。すなわち、アノード電極2側に燃料ガスが供給されると、アノード触媒層2aは、燃料ガスを水素イオンと電子とに分離させ、分離した水素イオンを固体高分子膜1に流すとともに、電子を外部回路（図示せず）に流し、電流を発生させる。

【0006】 また、カソード電極3側に酸化剤ガスが供給されると、カソード触媒層3aは、酸化剤ガス、特に酸素に上述の固体高分子電解質膜1からの水素イオンおよび外部回路からの電子を反応させ、凝縮水を生成する。その際、アノード電極2側およびカソード電極3側の化学反応式は、それぞれ次式で表わされる。

【0007】

【化1】

質膜1は、分子中に水素イオンの交換基を持ち、飽和水を保持することによりイオン導電性として良好な機能を持っている。

【0011】 ところで、電池スタック8からより一層高い起電力を発生させるには、固体高分子膜1の開発と相俟って、良好なイオン導電性を確保するために、固体高分子電解質膜1に常に飽和水を保持させておくことが必要とされる。また、カソード電極3側で生成された凝縮水をそのまま放置しておくと、カソード電極3の反応が悪くなるので凝縮水の除去が必要とされる。

【0012】 固体高分子電解質膜1に常に飽和水を保持させるには、運転状態に近い水蒸気を予め反応ガス（燃料ガスおよび酸化剤ガスの両方）に加えて加湿しておけ

ば容易に解決できても、カソード電極3側に生成される凝縮水を除去する手段は、構造が複雑なことも手伝って開発が困難になっており、現在、模索中である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】最近、カソード電極3側に生成される凝縮水を除去する手段として、反応ガスを供給するセパレータ6、7の燃料ガス供給溝5aおよび酸化剤ガス供給溝5bをサーペンタイン状に形成したり、燃料ガス供給溝5aおよび酸化剤ガス供給溝5bの開口面積を小さくしてガス流速を高め、その速度エネルギーを利用して凝縮水を器外に吹き飛ばす発明が公表されている（アメリカ特許USP-4, 988, 583、USP-5, 108, 849）。

【0014】しかし、ガス流速を高めるために、セパレータ6、7の燃料ガス供給溝5aおよび酸化剤ガス供給溝5bの開口面積を小さくすると、各溝5a、5bの個数がより一層増加し、その作製工数も増加し、電池スタック8を作製するコストがより一層高価になる問題点があった。

【0015】また、セパレータ6、7の燃料ガス供給溝5aおよび酸化剤ガス供給溝5bの開口面積を小さくした場合、その各溝5a、5b内に集められた凝縮水は、器外に吹き飛ばすことができて、カソード触媒層3aで生成される凝縮水は、カソード多孔質カーボン平板3bを介して再びその各溝5a、5bに押し戻す必要があり、ガス流速を高めただけでは確実に凝縮水を除去できない問題点があった。

【0016】また、燃料ガス供給溝5aおよび酸化剤ガス供給溝5bに集められた凝縮水を器外に吹き飛ばすには、反応ガスを高圧化する必要があり、反応ガスを高圧化させた分だけエネルギーを多く消費し、結果的に熱精算上、プラント熱効率をむしろ低下させる要因になる等の不具合、不都合があった。

【0017】また、燃料ガス供給溝5aおよび酸化剤ガス供給溝5bをサーペンタイン状に形成すると、反応ガスの圧力損失が増し、結果的により多くの反応ガスを消費させる問題点があった。

【0018】本発明は、このような問題点に対処してなされたもので、カソード電極側で生成される凝縮水を確実に除去させ、燃料ガスと酸化剤ガスとの反応をより一層促進させて高電池出力化を図った燃料電池装置を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項1に記載したように、固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセパレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置におい

て、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記反応ガスを最初に流す電池スタックの運転温度に対応して予め加湿して供給するものである。

【0020】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項2に記載したように、固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセパレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記反応ガスを最初に流す電池スタックの運転温度に対応して予め加湿して供給する一方、前記反応ガスの流れ方向と同一方向に冷却媒体を流す冷却媒体供給手段を備えたものである。

【0021】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項3に記載したように、シリーズに接続した電池スタックを、反応ガスの流れ方向に沿って順次低温運転用、中温運転用、高温運転用の各電池スタックに区画したものである。

【0022】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項4に記載したように、固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセパレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記順次相対的に高温化した少なくとも一つ以上の電池スタックを、さらに前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化したサブ電池スタックに区画する一方、前記反応ガスを最初に流すサブ電池スタックの運転温度に対応して予め加湿して供給するものである。

【0023】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項5に記載したように、少なくとも一つ以上の電池スタックを区画したサブ電池スタックを、反応ガスの流れ方向に沿って順次低温運転用、中温運転用、高温運転用の各サブ電池スタックに区画したものである。

【0024】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項6に記載したように、セパレータに形成する反応ガス供給溝の下流側の開口面積を、前記反応ガス供給溝の上流側の開口面積に較べて相対的に小さく形成したものである。

【0025】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項7に記載したように、固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソ

ード電極とを介装させたセバレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記反応ガスを最初に流す電池スタックの運転温度に対応して予め加湿して供給する一方、前記順次相対的に高温化した電池スタックに流す前記反応ガスを正方向および逆方向のいずれの方向にも流れる手段を備えたものである。

【0026】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項8に記載したように、固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセバレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記順次相対的に高温化した少なくとも一つ以上の電池スタックを、さらに前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化したサブ電池スタックに区画し、前記反応ガスを最初に流すサブ電池スタックの運転温度に対応して予め加湿して供給する一方、前記反応ガスの流れ方向と同一方向にシリーズに冷却媒体を流す冷却媒体供給手段を備えたものである。

【0027】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項9に記載したように、固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセバレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記セバレータに形成する反応ガス供給溝の両側にヘッダを備えたものである。

【0028】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項10に記載したように、ヘッダの底部に、マニホールドを備えたものである。

【0029】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項11に記載したように、固体高分子電解質膜を挟んで両側に、アノード電極とカソード電極とを介装させたセバレータを備えた単位電池を積み重ねて構成した電池スタックをシリーズに接続し、これらシリーズに接続した電池スタックにシリーズに反応ガスを供給してなる燃料電池装置において、前記シリーズに接続した電池スタックの運転温度を前記反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、前記最初の電池スタックに供給する反応ガスを加湿させる手段と、前記シリーズに接続し、順次相対的に高温化した電池スタックに冷却媒体を循環させる冷却媒体供給装

置と、前記シリーズに接続し、順次相対的に高温化した電池スタックに冷却媒体を循環させる冷却媒体供給装置を駆動する制御系とを備えたものである。

【0030】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項12に記載したように、冷却媒体供給装置を、冷却器、タンクおよび循環ポンプを組み合わせて構成したものである。

【0031】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項13に記載したように、制御系に、シリーズに接続し、運転温度を反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化した電池スタックの露点温度および湿度のいずれか一方の信号と、前記電気スタックの器内温度信号とに基づいて演算し、前記電池スタックに冷却媒体を供給する冷却媒体供給装置を駆動または停止させる制御演算部を備えたものである。

【0032】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項14に記載したように、制御系に、シリーズに接続し、運転温度を反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化した電池スタックを構成する単位電池の内部抵抗値の信号と、前記電池スタックの器内温度信号とに基づいて演算し、前記電池スタックに冷却媒体を供給する冷却媒体供給装置を駆動または停止させる制御演算部を備えたものである。

【0033】また、本発明に係る燃料電池装置は、上記目的を達成するために、請求項15に記載したように、制御系に、反応ガスの湿度信号、シリーズに接続し、運転温度を反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化した電池スタックに発生する電流信号および器内温度信号とに基づいて演算し、前記電池スタックに冷却媒体を供給する冷却媒体供給装置を駆動または停止させる制御演算部を備えたものである。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る燃料電池装置の実施形態を図面および図中に付した符号を用いて説明する。

【0035】図1は、本発明に係る燃料電池装置の第1実施形態を示す模式図である。

【0036】本実施形態に係る燃料電池装置は、例えば有効面積を169cm<sup>2</sup>とする平板状の単位電池（単位セル）10を、鉛直方向に10枚にして積み重ねて電池スタック11を構成し、その電池スタック11を、例えば低温運転用電池スタック11a、中温運転用電池スタック11b、高温運転用電池スタック11cに区画して電氣的に接続するとともに、各低、中、高温運転用電池スタック11a、11b、11cのうち、低温運転用電池スタック11aから高温運転用電池スタック11cに向かって燃料ガスおよび酸化剤ガスを連続的に流す構成にしたものである。なお、本実施形態では、低、中、高温運転用電池スタック11a、11b、11のそれぞれの運転温度を50℃、60℃、65℃に設定し、低、中、高

温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c に供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスに予め水蒸気を加えて加湿し、低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c の運転温度に見合うように上述の反応ガスの湿度を高くしてある。

【0037】また、反応ガス（燃料ガスおよび酸化剤ガスの両方）が低温運転用電池スタック 11a から順次高温運転用電池スタック 11c に向かって流れる際、その上流側で反応消費率（利用率）が高く、その下流側で反応消費率が低く、反応ガスのアノード電極側およびカソード電極側に対する拡散割合が低くなるので、本実施形態では、その下流側の燃料ガス供給溝および酸化剤供給溝（ともに図示せず）の開口面積を、上流側のそれに比べて相対的に小さくさせ、反応ガスの流速を高めて反応効率を均一化させる構成になっている。具体的には、燃料ガス供給溝および酸化剤ガス供給溝は、ともにピッチを同一にし、その深さ比を、低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c に対し、4:3:1 に形成してある。

【0038】このような構成を備えた本実施形態では、テスト運転の結果、電池出力運転時間が 3000 時間で、負荷電流密度が  $400 \text{ mA/cm}^2$ 、燃料ガスの反応消費率（利用率）が 80%、酸化剤ガスの反応消費率（利用率）が 50% になり、従来に比べて向上した。

【0039】また、本実施形態では、電池スタック 11 を、低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c に区画したので、従来のように、運転温度を一定とする一つの電池スタックに比べて平均電圧が 5% 増加し、しかも変動分布の少ない安定した電池出力を発生することが認められた。

【0040】このように、本実施形態では、電池スタック 11 を、低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c のそれぞれに区画し、区画した低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c を電気的に直列接続させる一方、反応ガスを低温運転用電池スタック 11a から順次、高温運転用電池スタック 11c に向かって連続に流す構成にしたので、安定した電池出力を発生させることができ、反応ガスの反応消費率（利用率）をより一層向上させることができる。

【0041】すなわち、反応ガスを低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c に順次、連続に流しているため、例えば低温運転用電池スタック 11a で反応ガスの未反応部分が比較的多くなくても、隣りの中温運転用または高温運転用電池スタック 11b, 11c で反応させ、反応ガスをあますところなく消費させることができる。

【0042】また、本実施形態では、下流側の燃料ガス供給溝および酸化剤ガス供給溝の開口面積を、上流側のそれに比べて相対的に小さくさせて反応ガスの流速を高めたので、反応効率の均一化を図ることができ、安定し

た電池出力を発生させることができる。

【0043】したがって、本実施形態によれば、反応ガスを、低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c のそれぞれに過剰に供給しなくとも安定した電池出力を促進することができるので、従来に比べて反応ガスの供給量を少なくさせることができる。

【0044】また、本実施形態では、低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c のそれぞれの運転温度を、反応ガスの流れに沿って順次高くしたので、仮に低温運転用電池スタック 11a のカーボン電極側での酸化剤ガスの反応の際、生成される凝縮水が多くなっても、運転温度の高い順の中温運転用または高温運転用電池スタック 11b, 11c で蒸発させるので、酸化剤ガスの反応を良好に行わせることができる。なお、低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c のそれぞれは、別個独立に設置しても良いが、別個独立に設置すると、特定の電池スタックに過電池出力の可能性があるので、電気的に直列接続することが好ましい。

【0045】図 2 は、本発明に係る燃料電池装置の第 2 実施形態を示す模式図である。なお、第 1 実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0046】本実施形態に係る燃料電池装置は、第 1 実施形態と同様に、電池スタック 11 を、例えば低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c に区画し、低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c を電気的に直列接続させるとともに、低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c に連続して冷却媒体、例えば冷却水を供給する冷却媒体供給手段 12、例えば冷却水配管を設けたものである。なお、低温運転用電池スタック 11a の運転温度は、冷却媒体供給手段 12 から供給される冷却媒体の温度により決定される。また、高温運転用電池スタック 11c の運転温度は、高温運転用電池スタック 11c から排出される冷却媒体の温度を計測し、冷却媒体量を調整することにより決定される。さらに、中温運転用電池スタック 11b の運転温度は、低温運転用電池スタック 11a の運転温度と、高温運転用電池スタック 11c の運転温度との平均温度を採用する。

【0047】このように、本実施形態では、低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c に冷却媒体を連続して供給する冷却媒体供給手段 12 を設け、低、中、高温運転用電池スタック 11a, 11b, 11c のより一層の温度傾斜化を図ったので、仮に低温運転用電池スタック 11a のカソード電極側で酸化剤ガスを反応させる際、生成される凝縮水が多くなっても隣りの中温運転用または高温運転用電池スタック 11b, 11c で蒸発の促進を確実にに行わせることができ、酸化剤ガスのより一層の反応を高めて安定した電池出力を発生させることができる。

【0048】図 3 は、本発明に係る燃料電池装置の第 3



実施形態を示す模式図である。なお、第1実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0049】本実施形態に係る燃料電池装置は、第1実施形態で示した低、中、高温運転用電池スタック11a, 11b, 11cのうち、低温運転用電池スタック11aを、さらに低、中、高温運転用サブ電池スタック11a<sub>1</sub>, 11a<sub>2</sub>, 11a<sub>3</sub>のそれぞれに区画するとともに、低、中、高温運転用サブ電池スタック11a<sub>1</sub>, 11a<sub>2</sub>, 11a<sub>3</sub>を反応ガス（燃料ガスおよび酸化剤ガスの両方）の流れの方向と同一方向に直列接続させたものである。なお、中、高温運転用電池スタック11b, 11cも、上述と同様に、低温運転用サブ電池スタック11b<sub>1</sub>, 11b<sub>2</sub>, 11b<sub>3</sub>, 中温運転用サブ電池スタック11c<sub>1</sub>, 11c<sub>2</sub>, 11c<sub>3</sub>に区画される。

【0050】一般に、電池スタック11は、単独電池10を例に採ると、その入口側の方がその出口側に比べて反応ガスの反応消費率（利用率）が低いのに対し、電池出力密度が高くなる傾向にある。

【0051】本実施形態では、このような点に着目したもので、低、中、高温運転用電池スタック11a, 11b, 11c毎に、低、中、高温運転用サブ電池スタック11a<sub>1</sub>, 11b<sub>1</sub>, 11c<sub>1</sub>, 11a<sub>2</sub>, 11b<sub>2</sub>, 11c<sub>2</sub>, …に細かく区画したものである。

【0052】また、本実施形態では、低、中、高温運転用電池スタック11a, 11b, 11c毎に区画した低、中、高温運転用サブ電池スタック11a<sub>1</sub>, 11b<sub>1</sub>, 11c<sub>1</sub>, 11a<sub>2</sub>, 11b<sub>2</sub>, 11c<sub>2</sub>, …に反応ガス（燃料ガスおよび酸化剤ガスの両方）を供給する燃料ガス供給溝および酸化剤ガス供給溝（ともに図示せず）の開口面積を、上流側に比べて下流側を相対的に小さくさせ、反応ガスの流体を高めて反応効率を均一化させる構成になっている。具体的には、第1実施形態と同様に、ともにピッチを同一にし、その深さ比を、低、中、高温運転用サブ電池スタック11a<sub>1</sub>, 11b<sub>1</sub>, 11c<sub>1</sub>, 11a<sub>2</sub>, 11b<sub>2</sub>, 11c<sub>2</sub>, …に対し、4:3:1に形成してある。

【0053】このように、本実施形態では、低、中、高温運転用電池スタック11a, 11b, 11c毎に、低、中、高温運転用サブ電池スタック11a<sub>1</sub>, 11b<sub>1</sub>, 11c<sub>1</sub>, 11a<sub>2</sub>, 11b<sub>2</sub>, 11c<sub>2</sub>, …と細かく区画したので、低、中、高温運転用電池スタック11a, 11b, 11cからのむらのない安定した電池出力を発生させることができる。

【0054】また、本実施形態では、低、中、高温運転用電池スタック11a, 11b, 11c毎に、低、中、高温運転用サブ電池スタック11a<sub>1</sub>, 11b<sub>1</sub>, 11c<sub>1</sub>, 11a<sub>2</sub>, 11b<sub>2</sub>, 11c<sub>2</sub>, …と細かく区画したので、酸化剤ガスの反応の際、生成される凝縮水をより一層蒸発させることができ、酸化剤ガスの反応を良

好に促進させることができる。

【0055】また、本実施形態では、下流側の燃料ガス供給溝および酸化剤ガス供給溝の開口面積を、上流側のそれに比べて相対的に小さくさせて反応ガスの流速を高めたので、反応高率のより一層の均一化を図ることができる。

【0056】図4は、本発明に係る燃料電池装置の第4実施形態を示す模式図である。なお、第1実施形態の構成部分と同一部分または対応する部分には同一符号を付す。

【0057】本実施形態に係る燃料電池装置は、第1実施形態と同様に、電池スタック11を、例えば低、中、高温運転用電池スタック11a, 11b, 11cに区画するとともに、低温運転用電池スタック11aから順次、中、高温運転用電池スタック11b, 11cに供給していた反応ガスを、予め定められた運転時間経過後、逆方向に供給する構成にしたものである。具体的には、配管に設置したバルブ（図示せず）を切り替え、反応ガスを図示の流れ方向と逆方向に流すことにより行われる。なお、反応ガスを、予め定められた運転時間経過後、逆方向に流す運転方法は、図3で示した第3実施形態にも適用される。

【0058】このように、本実施形態では、反応ガスを、予め定められた運転時間経過後、逆方向に流す構成にしたので、低、中、高温運転用電池スタック11a, 11b, 11cの電池特性の低下を低く抑えることができ、安定した電池出力の発生を長く維持させることができる。

【0059】図5は、本発明に係る燃料電池装置の第5実施形態を示す模式図である。なお、第1実施形態、第2実施形態および第3実施形態の構成部分と同一または対応する部分には同一符号を付す。

【0060】本実施形態に係る燃料電池装置は、第1実施形態に、第2実施形態および第3実施形態を組み合わせたもので、低、中、高温運転用電池スタック11a, 11b, 11c毎に低、中、高温運転用サブ電池スタック11a<sub>1</sub>, 11b<sub>1</sub>, 11c<sub>1</sub>, 11a<sub>2</sub>, 11b<sub>2</sub>, 11c<sub>2</sub>, …を区画するとともに、反応ガスの流れ方向と同一方向に冷却媒体を流す冷却供給手段12を設けたものである。

【0061】このように、本実施形態では、低、中、高温運転用サブ電池スタック11a<sub>1</sub>, 11b<sub>1</sub>, 11c<sub>1</sub>, 11a<sub>2</sub>, 11b<sub>2</sub>, 11c<sub>2</sub>, …の反応ガスの流れ方向と同一方向に冷却媒体を連続して供給する冷却媒体供給手段12を設け、低、中、高温運転用サブ電池スタック11a<sub>1</sub>, 11b<sub>1</sub>, 11c<sub>1</sub>, 11a<sub>2</sub>, 11b<sub>2</sub>, 11c<sub>2</sub>, …のより一層の温度傾斜化を図ったので、各サブ電池スタック11a<sub>1</sub>, 11b<sub>1</sub>, 11c<sub>1</sub>, 11a<sub>2</sub>, 11b<sub>2</sub>, 11c<sub>2</sub>, …のカーボン電極側で生成される凝縮水の蒸発をより一層促進させるこ

とができ、安定した電池出力を発生させることができる。

【0062】図6は、本発明に係る燃料電池装置に適用するセバレータの実施形態を示す概略図である。

【0063】本実施形態に係るセバレータ13は、反応ガスを供給する反応ガス供給溝14を、鉛直方向に沿って複数個形成するとともに、反応ガス供給溝14の両端に、入口マニホールド15aを備えた入口ヘッダ15と、出口マニホールド16aを備えた出口ヘッダ16とを設けたものである。

【0064】このように、本実施形態では、セバレータ13の反応ガス供給溝14の両端に、入口ヘッダ15と出口ヘッダ16とを設け、より多くの反応ガスを供給するので、従来に較べてより一層高い電池出力を発生させることができる。

【0065】また、本実施形態では、反応ガス供給溝14の両端に、入口ヘッダ15と出口ヘッダ16とを備えたので、反応ガスから生成される凝縮水をより多く処理することができ、従来のように反応ガス供給溝14の構造、形状を複雑化させることもなく、その作製工数時間を少なくさせてコスト低減に寄与することができる。なお、本実施形態は、入口ヘッダ15と出口ヘッダ16との底部側に入口、出口のマニホールド15a、16aを備えているので、反応ガスの給排出口の切替を自由に行うことができる。

【0066】図7は、本発明に係る燃料電池装置に適用する電池スタックの運転温度を制御する実施形態を示す概略制御系統図である。なお、第1実施形態の構成部分と同一部分には同一符号を付す。

【0067】本実施形態に係る電池スタック11は、例えば有効面積を169cm<sup>2</sup>とする平板状の単位電池（単位セル）10を、鉛直方向に30枚にして積み重ねた構成になっている。

【0068】この電池スタック11は、その入口側に燃料ガスおよび酸化剤ガスを加湿させる加湿器17a、17bと、その出口側に酸化剤ガスの湿度を測定する露点計18を備えている。なお、露点計18は湿度計で良い。

【0069】また、電池スタック11は、その器内の運転温度を調整するために、冷却媒体、例えば冷却水を供給する冷却器19、タンク20、循環ポンプ21を組み合わせた冷却媒体供給装置22と、冷却器19および循環ポンプ21に制御信号を与える制御演算部23とを備えた構成になっている。

【0070】このような構成を備えた電池スタック11において、今、器内の運転温度を、例えば80℃に設定したとき、器内の運転温度が80℃よりも下廻り、露点計18で測定した温度が例えば78℃以下になった場合、制御演算部23は、器内運転温度と露点計18の測定温度に基づいて演算し、その演算信号を冷却器19お

よび循環ポンプ21に与えて冷却器19および循環ポンプ21を駆動させるようになっている。また、器内の運転運転温度よりも高くなったとき、制御演算部23は、その演算信号を冷却器19および循環ポンプ21に与えて冷却器19および循環ポンプ21の駆動を停止させるようになっている。

【0071】このように、本実施形態では、電池スタック11に、冷却媒体供給装置22と制御演算部23とを設け、器内設定運転温度に対し、下廻ったとき、器内で生成される凝縮水を促進させ、逆に器内設定運転温度に対し、上廻ったとき、器内で生成される凝縮水の蒸発を促進させたので、電池スタック11から発生する電池出力を従来に較べてより一層高めることができる。ちなみに、実験によれば、電圧低下速度は、従来の運転温度一定に較べて1/3以下に低くすることができた。

【0072】図8は、本発明に係る燃料電池装置に適用する電池スタックの運転温度を制御する、図7に示した実施形態の第1変形例を示す制御系統図である。

【0073】本実施例では、図7で示した実施形態の構成と同一にするとともに、電池スタック11に、単位電池10の内部抵抗を測定する抵抗測定装置24を付設し、抵抗測定装置24からの抵抗信号と器内温度信号とに基づいて制御演算部23で演算させ、冷却媒体供給装置22を駆動させたものである。

【0074】抵抗測定装置24は、器内の運転温度を、例えば80℃に設定したとき、単位電池10の内部抵抗値が例えば90Ωcm<sup>2</sup>以上になると、冷却媒体供給装置22を駆動させて電池スタック11の運転温度を低下させ、逆に90Ωcm<sup>2</sup>以下になると、冷却媒体供給装置22の駆動を停止させ、電池スタック11の運転温度を高める構成になっている。

【0075】したがって、本実施例によれば、器内に生成される凝縮水の多少量に応じて電池スタック11の運転温度を制御できるので、電池スタック11から発生する電池出力を従来に比べてより一層高めることができる。

【0076】なお、本実施例では、電池スタック11に抵抗測定装置24を付設したが、図9に示すように、電池スタック11に負荷電流計25を付設し、負荷電流計25からの電流信号、加湿器17a、17bからの信号および温度計26からの器内温度信号に基づいて制御演算部23で演算させ、冷却媒体供給装置22を駆動させても良い。

【0077】

【発明の効果】以上の説明のとおり、本発明に係る燃料電池装置は、電池スタックをシリーズに接続し、シリーズに接続した電池スタックの運転温度を反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、反応ガスを最初に流す電池スタックの運転温度に対応して予め加湿するので、反応ガスの反応消費率を高めて、安定した電池

出力を発生させることができる。

【0078】また、本発明に係る燃料電池装置は、電池スタックをシリーズに接続し、シリーズに接続した電池スタックの運転温度を反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、反応ガスを最初に流す電池スタックの運転温度に対応して予め加湿させる一方、反応ガスの流れ方向と同一方向に冷却媒体を流す冷却媒体供給手段を備え、各電池スタックの温度傾斜化を図ったので、酸化剤ガスの反応の際、生成される凝縮水の蒸発を促進させて安定した電池出力を発生させることができる。

【0079】また、本発明に係る燃料電池装置は、電池スタックをシリーズに接続し、シリーズに接続した電池スタックの運転温度を反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、順次相対的に高温化した少なくとも一つ以上の電池スタックを、さらに反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化したサブ電池スタックに区画する一方、反応ガスを最初に流すサブ電池スタックの運転温度に対応して予め加湿するので、反応ガスの反応消費率をより一層高めて、安定した電池出力を発生させることができる。

【0080】また、本発明に係る燃料電池装置は、電池スタックをシリーズに接続し、シリーズに接続した電池スタックの運転温度を反応ガスの流れ方向に順次相対的に高温化するとともに、高温化した電池スタックに流す反応ガスを正逆のいずれの方向にも流すことのできる構成にしたので、安定した電池出力の発生を長く維持させることができる。

【0081】また、本発明に係る燃料電池装置は、セバレータの反応ガス供給溝の両端にヘッダを設けてより多く反応ガスを供給できる構成にしたので、簡素化させた構造の下、より一層高い電池出力を発生させることができる。

【0082】また、本発明に係る燃料電池装置は、電池スタックの運転温度を調整する冷却媒体供給装置と、冷却媒体供給装置を制御する制御系を設けたので、電池スタックに生成される凝縮水を運転状態に対応させた好ましい水量に調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る燃料電池装置の第1実施形態を示す構成図。

【図2】本発明に係る燃料電池装置の第2実施形態を示す模式図。

【図3】本発明に係る燃料電池装置の第3実施形態を示す模式図。

【図4】本発明に係る燃料電池装置の第4実施形態を示す模式図。

【図5】本発明に係る燃料電池装置の第5実施形態を示す模式図。

【図6】本発明に係る燃料電池装置に適用するセバレー

タの実施形態を示す概略図。

【図7】本発明に係る燃料電池装置に適用する電池スタックの運転温度を制御する実施形態を示す概略制御系統図。

【図8】本発明に係る燃料電池装置に適用する電池スタックの運転温度を制御する実施形態における第1変形例を示す概略制御系統図。

【図9】本発明に係る燃料電池装置に適用する電池スタックの運転温度を制御する実施形態における第2変形例を示す概略制御系統図。

【図10】従来の燃料電池装置における単位電池を示す模式図。

【符号の説明】

- 1 固体高分子電解質膜
- 2 アノード電極
- 2a アノード触媒層
- 2b アノード多孔質カーボン平板
- 3 カソード電極
- 3a カソード触媒層
- 3b カソード多孔質カーボン平板
- 4, 10 単位電池
- 5a 燃料ガス供給溝
- 5b 酸化剤ガス供給溝
- 6, 7 セバレータ
- 6a, 7a 仕切り
- 8 電池スタック
- 10 単位電池
- 11 電池スタック
- 11a 低温運転用電池スタック
- 11a<sub>1</sub>, 11b<sub>1</sub>, 11c<sub>1</sub> 低温運転用サブ電池スタック
- 11b 中温運転用電池スタック
- 11a<sub>2</sub>, 11b<sub>2</sub>, 11c<sub>2</sub> 中温運転用サブ電池スタック
- 11c 高温運転用電池スタック
- 11a<sub>3</sub>, 11b<sub>3</sub>, 11c<sub>3</sub> 高温運転用サブ電池スタック
- 12 冷却水供給手段
- 13 セバレータ
- 14 反応ガス供給溝
- 15 入口ヘッダ
- 15a 入口マニホールド
- 16 出口ヘッダ
- 16a 出口マニホールド
- 17a, 17b 加湿器
- 18 露点計
- 19 冷却器
- 20 タンク
- 21 循環ポンプ
- 22 冷却媒体供給装置

(10)

特開平11-312531

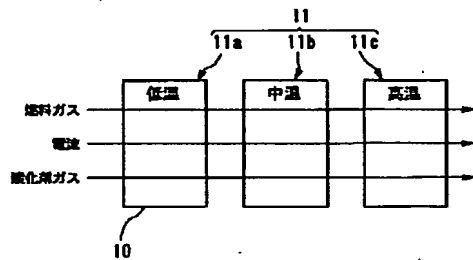
17

18

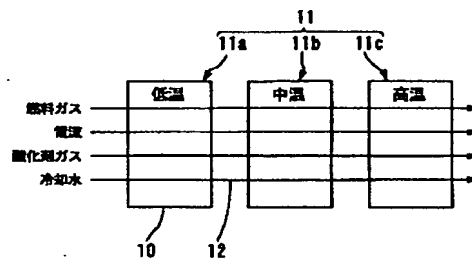
23 制御演算部  
24 抵抗測定装置

\* 25 負荷電流計  
\* 26 温度計

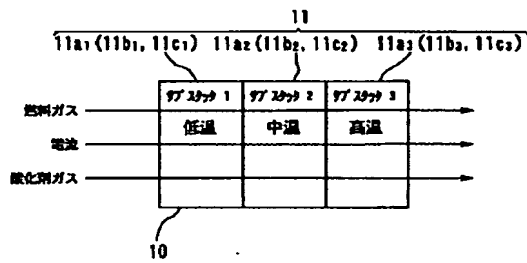
【図1】



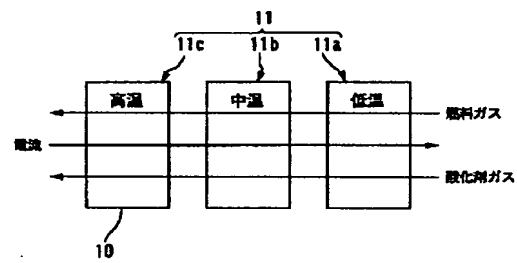
【図2】



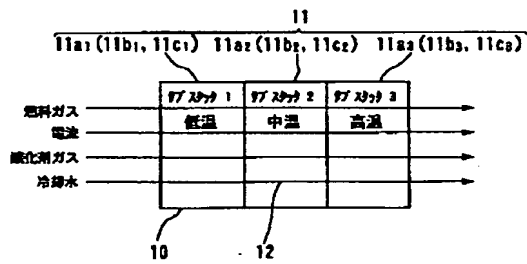
【図3】



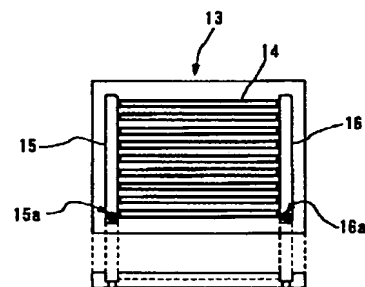
【図4】



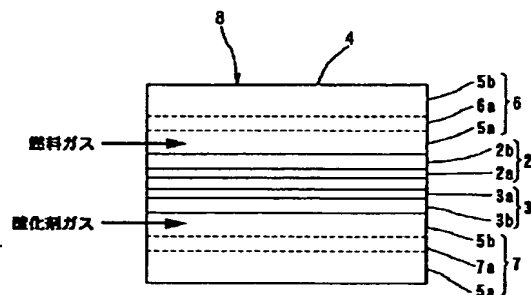
【図5】



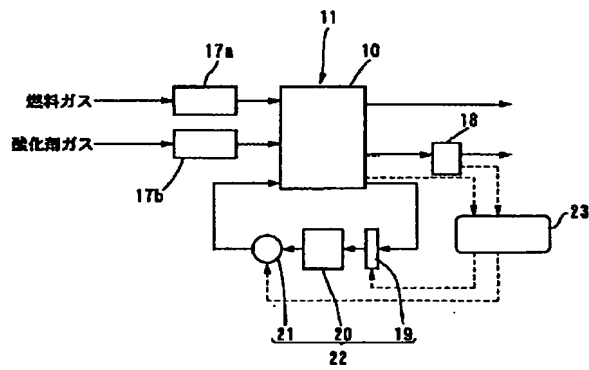
【図6】



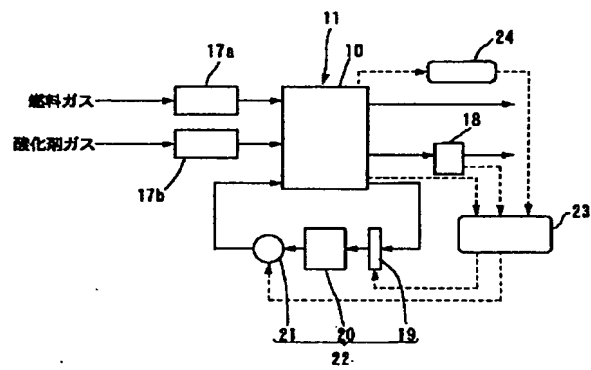
【図10】



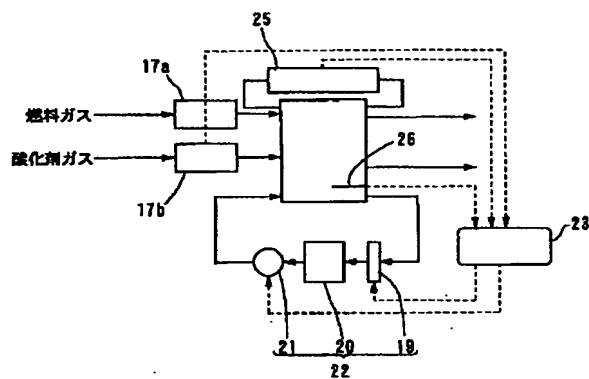
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H01M 8/10

識別記号

F I

H01M 8/10

(72)発明者 上野 三司

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株  
式会社東芝浜川崎工場内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**